

**White light emitting diode****Publication number:** JP2000509912T**Publication date:** 2000-08-02**Inventor:****Applicant:****Classification:**

- international: C09K11/06; C09K11/56; C09K11/64; C09K11/84;  
H01L33/00; C09K11/06; C09K11/56; C09K11/64;  
C09K11/77; H01L33/00; (IPC1-7): H01L33/00;  
C09K11/06; C09K11/56; C09K11/64; C09K11/84

- European: H01L33/00B3B

**Application number:** JP19980529267T 19980223

**Priority number(s):** DE19971008407 19970303; DE19971056360 19971218;  
WO1998IB00219 19980223

**Also published as:**

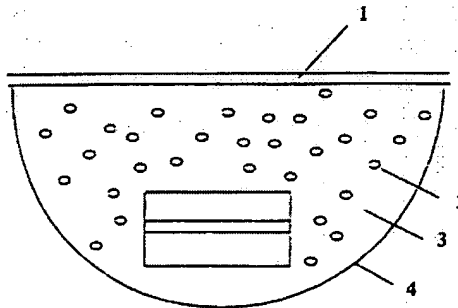
WO9839805 (A1)  
EP0907970 (A1)  
US6084250 (A1)  
EP0907970 (A0)  
EP0907970 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for JP2000509912T

Abstract of corresponding document: **US6084250**

A light-emitting device comprising a UV-diode with a primary emission of  $300 \text{ nm} \leq \lambda \leq 370 \text{ nm}$  and a phosphor layer including a combination of a blue-emitting phosphor having an emission band, with  $430 \text{ nm} \leq \lambda \leq 490 \text{ nm}$ , a green-emitting phosphor having an emission band, with  $520 \text{ nm} \leq \lambda \leq 570 \text{ nm}$  and a red-emitting phosphor having an emission band, with  $590 \text{ nm} \leq \lambda \leq 630 \text{ nm}$ , emits high-quality white light. The color-rendering index CRI is approximately 90 at a color temperature of 4000 K. The color rendition depends only on the composition of the three phosphors, not on the relation between converted and non-converted light, and hence can be readily controlled and regulated.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2000-509912

(P2000-509912A)

(43) 公表日 平成12年8月2日(2000.8.2)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	N
C 0 9 K 11/06	6 6 0	C 0 9 K 11/06	6 6 0
11/56	C P C	11/56	C P C
11/64	C P M	11/64	C P M
11/84	C P D	11/84	C P D

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求(全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-529267  
 (86) (22) 出願日 平成10年2月23日(1998.2.23)  
 (85) 翻訳文提出日 平成10年11月2日(1998.11.2)  
 (86) 国際出願番号 P C T / I B 9 8 / 0 0 2 1 9  
 (87) 国際公開番号 W O 9 8 / 3 9 8 0 5  
 (87) 国際公開日 平成10年9月11日(1998.9.11)  
 (31) 優先権主張番号 1 9 7 0 8 4 0 7 . 9  
 (32) 優先日 平成9年3月3日(1997.3.3)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (D E)  
 (31) 優先権主張番号 1 9 7 5 6 3 6 0 . 0  
 (32) 優先日 平成9年12月18日(1997.12.18)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ  
 オランダ国 5621 ベーアー アイन्दーフェン フルーネヴァウツウェッハ 1  
 (72) 発明者 ユステル トーマス  
 オランダ国 5656 アーアー アイन्दーフェン プロフ ホルストラーン 6  
 (72) 発明者 ニコル ハンス  
 オランダ国 5656 アーアー アイन्दーフェン プロフ ホルストラーン 6  
 (74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 白色光発光ダイオード

(57) 【要約】

本発明は、 $300\text{nm} \leq \lambda \leq 370\text{nm}$ の初期発光を有するUVダイオードと、 $430\text{nm} \leq \lambda \leq 490\text{nm}$ の発光バンドを有する青色発光蛍光体と、 $520\text{nm} \leq \lambda \leq 570\text{nm}$ の発光バンドを有する緑色蛍光体と、 $590\text{nm} \leq \lambda \leq 630\text{nm}$ の発光バンドを有する赤色発光蛍光体の組み合わせからなる蛍光体とを備える発光装置に関し、この装置は高い品質の白色光を発光する。色調指数CRIは、4000Kの色温度で90である。色調は、3種の蛍光体の混合にのみ依存し、変換前の光と変換後の光との関係には依存しないため、制御および調整が簡単である。

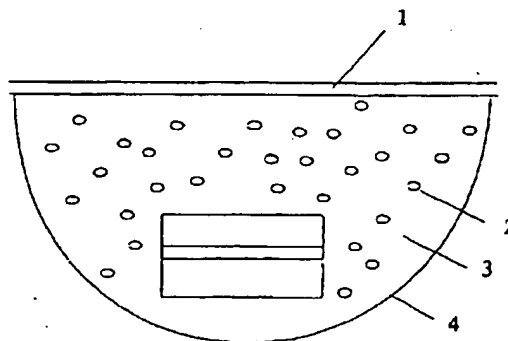


FIG. 1

## 【特許請求の範囲】

1.  $300\text{nm} \leq \lambda \leq 370\text{nm}$ の初期発光を有するUVダイオードと、 $430\text{nm} \leq \lambda \leq 490\text{nm}$ の発光バンドを有する青色発光蛍光体と、 $520\text{nm} \leq \lambda \leq 570\text{nm}$ の発光バンドを有する緑色蛍光体と、 $590\text{nm} \leq \lambda \leq 630\text{nm}$ の発光バンドを有する赤色発光蛍光体の組み合わせからなる蛍光体とを備える発光装置。
2. 赤色発光蛍光体が、 $605\text{nm} \leq \lambda \leq 620\text{nm}$ の最大波長の発光バンドを有する線発光器であることを特徴とする請求項1記載の発光装置。
3. 緑色発光蛍光体が、 $520\text{nm} \leq \lambda \leq 570\text{nm}$ の最大波長の発光バンドを有する線発光器であることを特徴とする請求項1記載の発光装置。
4. UVダイオードがGaNダイオードであることを特徴とする請求項1記載の発光装置。
5. 蛍光体層が、その量 $x_1$ が重量%で $0 \leq x_1 \leq 30\%$ の青色発光蛍光体と、その量 $x_2$ が重量%で $20 \leq x_2 \leq 50\%$ の緑色発光蛍光体と、その量 $x_3$ が重量%で $30 \leq x_3 \leq 70\%$ の赤色発光蛍光体とを備えることを特徴とする請求項1記載の発光装置。
6. 蛍光体層が、青色発光蛍光体としての $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ と、緑色発光蛍光体としての $\text{ZnS}:\text{Cu}$ と、赤色発光蛍光体としての $\text{Y}_2\text{O}_3\text{S}$ とを備えることを特徴とする請求項1記載の発光装置。
7. 蛍光体層が、赤色発光蛍光体として一般式  $[\text{Eu}(\text{ジケトネート})_a\text{X}_{b1}\text{X}'_{b2}]$  ここで、 $\text{X}$ =ピリジンまたはモノデンテート・ピリジンの誘導体で、 $\text{X}'=2, 2'$ バイピリジンまたは $2, 2'$ バイピリジルの誘導体で、 $2a+2b_1+2b_2=8$ である、からなる蛍光体を備える請求項1記載の発光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 白色光発光ダイオード

本発明は、発光ダイオードと蛍光体層とから構成される、白色光を発生する発光ダイオードに関するものである。

発光ダイオードは、光結合器、赤外線リモートコントロールシステムおよび光導波路伝達システムのための、信号光、表示装置、パイロットおよびワーニングランプ、光バリアにおける光トランスマッタとして使用される。発光ダイオードは白熱電球のような他の発光要素に対応した多くの利点を提供する。この発光ダイオードは、長い使用寿命、ショックや振動に対する大きな耐久力、MHzレンジへの良好な変調能力、高い充填密度、スイッチ回路との大きな互換性、侵入電流が発生しない特性を有する。発光ダイオードは、低い動作電圧を必要とし、小さい電力消費特性を有する。

しかしながら、可視光のすべての色を同じ光強度で使用できないことが、昔からの欠点であった。発光ダイオードの効率は、例えば赤から緑を介して青に至るように波長が短くなるに従って減少する。赤色発光ダイオードおよび緑色発光ダイオードの輝度は、大変良好であり、近代の製造方法を使用することによってさらに改良されているが、青色発光ダイオードは比較的小さい光強度しか示さない。その結果、簡単な手段を使うことによって、発光ダイオードの組み合わせによって中間色の白の発光を達成することはできなかった。

理論的には、可視光の各色は、短い波長を有する光例えば青色光、紫光、紫外光から発生させることができる。これを達成するために、短い波長を有する光を発光する発光ダイオードは、短い波長の光を吸収して長い波長領域において他の色の光を再び発光することにより、短い波長の光を望ましい色に変換する蛍光体と組み合わせられる。

白色光は、例えば、青色発光ダイオードが、青色を吸収し変換することで実質的にスペクトラムの黄色-橙色の領域の光を発光する蛍光体と組み合わせられた場合は、青色発光ダイオードによって作成することができる。この黄色-橙色の光は発光ダイオードからの残りの青色光と混合し、青色とこの補足的な黄色の組み

合わせが結果として白色光となる。

例えば、JP08007614A（日本の特許アブストラクト）は、青色を発光し橙色－蛍光の色素の蛍光層と組み合わせられ、その結果青色光が白色光として観察される、発光ダイオードを使用した平面上の光源を開示している。この光源の欠点は、白色光の色度が蛍光層中の少量の蛍光色素によって実質的に影響され、そのため、コントロールが難しいことである。8000から8600Kの領域の高い色温度でのみ、良好な色調を得ることができる。色温度が減少した場合は、色調指数CRIもまた実質的に減少する。

そのため、本発明の目的は、その色調をすぐに調整することができ高い色調指数を有する、白色光を作成するための発光装置を提供しようとするものである。

本発明によれば、この目的は、 $300\text{nm} \leq \lambda \leq 370\text{nm}$ の初期発光を有するUVダイオードと、 $430\text{nm} \leq \lambda \leq 470\text{nm}$ の発光バンドを有する青色発光蛍光体と、 $525\text{nm} \leq \lambda \leq 570\text{nm}$ の発光バンドを有する緑色蛍光体と、 $600\text{nm} \leq \lambda \leq 630\text{nm}$ の発光バンドを有する赤色発光でユーロピウムを含有する蛍光体の組み合わせからなる蛍光体とを備える発光装置によって達成される。

発光装置は、蛍光体が高い効率でUVバンドを吸収し、量子化の効率が例えば90%以上というように高く、発光線の半値幅が小さいため、高い色調と同時に高い効率を示す。目の感受性が低い440nm以上で650nm以下の領域において、光の発光が起こらないため、光の出力は高い。

発光装置によって発光される白色光は、高い質を有する。色調指数CRIは4000Kの色温度において約90である。また、色調は、3種の蛍光体の組成にのみ依存し、変換された光と変換されなかった光との関係には依存せず、そのため、簡単な方法で色調を制御や調整することができる。

本発明の範囲内で、赤色発光蛍光体が、 $605\text{nm} \leq \lambda \leq 620\text{nm}$ の最大波長の発光バンドを有する線発光装置であることが好ましい。

また、緑色発光蛍光体が、 $520\text{nm} \leq \lambda \leq 570\text{nm}$ の最大波長の発光バンドを有する線発光装置であることが好ましい。

さらに、UVダイオードがGaNダイオードであることが好ましい。

本発明の範囲内で、蛍光体層が、その量 $x_1$ が重量%で $0 \leq x_1 \leq 30\%$ の青色発光蛍光体と、その量 $x_2$ が重量%で $20 \leq x_2 \leq 50\%$ の緑色発光蛍光体と、その量 $x_3$ が重量%で $30 \leq x_3 \leq 70\%$ の赤色発光蛍光体とを備えることが好ましい。

また、蛍光体層が、青色発光蛍光体としての $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ と、緑色発光蛍光体としての $\text{ZnS}:\text{Cu}$ と、赤色発光蛍光体としての $\text{Y}_2\text{O}_3\text{S}$ とを備えることが好ましい。

本発明の範囲内で、蛍光体層が、赤色発光蛍光体として一般式 $[\text{Eu}(\text{ジケトネート})_a\text{X}_{b1}\text{X}'_{b2}]$ 、ここで、 $\text{X}$ =ピリジンまたはモノデンテート・ピリジンの誘導体で、 $\text{X}'=2,2'$ バイピリジンまたは $2,2'$ バイピリジルの誘導体で、 $2a+2b_1+2b_2=8$ である、からなる蛍光体を備えることが特に好ましい。

本発明のこれらのあるいは他の例は、以下に記載された実施例から明らかであるか、あるいは、以下に記載された実施例を参照して明らかにされる。

図面において：

図1は発光装置を示す。

本発明に係る発光装置は、UV発光のための励振源としてのUVダイオードと、UVダイオードのUV光を目に見える白色光に変換する3種の蛍光体の混合を含む蛍光体層と、を備えている。図面に示された例において、装置は、UVダイオードが透明基板（全面パネル）1上に設けられたポリマー材料からなる半球のボール中に埋め込まれて実現される。3種の蛍光体粉末2は、ポリマー3中に細かく分布される。ポリマーボールと蛍光体粉末とは、共に、蛍光体層を構成する。本発明に係る装置は、さらに、光の減結合性を向上させるためにUV光および可視光のためのミラー4を備えることもできる。例えば、ボール自体はリフレクタで実現することができる。

最も簡単な場合において、発光装置は、UVダイオードと、その上に設けられた蛍光体を含む透明なコーティングとを備えている。透明なコーティングは、例えば、ポリアクリレート、ポリスチレン、エポキシ樹脂、または、その他のポリマーの透明なマトリックス中の固溶体中に存在する蛍光体を有する。

大量生産のために、LEDは、通常、エポキシ樹脂ハウジングのカプセル中に包まれ、このエポキシ樹脂ハウジングはダイオードからの光の減結合性を向上さ

せるために使用されるエポキシ樹脂のドーム型レンズをそれと一体にモールドしている。この実施例において、蛍光体は、実際のダイオードとエポキシ樹脂ドームとの間の接触層として設けられる。これらの蛍光体は、場合によっては、エポキシ樹脂ドームの外面上のコーティングとして設けられる。

大きな二次元の発光装置は、本発明によれば、ダイオードアレイを蛍光体層と組み合わせることで簡単に作製することができる。例えば、ダイオードアレイは、その上に蛍光体を印刷したガラスプレートでカバーすることができる。

特に、UVダイオードは、InGaNまたはGaNからなるUVダイオードで、反値幅FWHM<50nmで370から410nmの間の最大発光を有する。

光の発光を維持するために、電力をUVダイオードに供給するための手段が設けられている。これらの手段は、少なくとも2つの電極を備えている。

3種の蛍光体は、それらがUVダイオードのUV光によって励振され、また、赤色蛍光体が $590\text{nm} \leq \lambda \leq 630\text{nm}$ の狭い発光線を有し、緑色蛍光体が $520\text{nm} \leq \lambda \leq 570\text{nm}$ の狭い発光線を有し、青色蛍光体が $430\text{nm} \leq \lambda \leq 490\text{nm}$ の狭い発光線を有するように選択される。青色蛍光体として、場合によっては、狭い発光線を有する線発光器の代わりブロードバンドの発光器を使用することもできる。3種の蛍光体の発光線は、発光の側面が部分的に重複するために、発光が互いに完全に独立でない場合でも、互いに大変正確に調整される。その結果、白色光の色の位置は正確にセットされる。蛍光体は、例えばEu<sup>3+</sup>活性化蛍光体やTb<sup>3+</sup>活性化蛍光体のように、ランタニドで活性化された蛍光体であることが好ましい。

赤色蛍光体として、一般式  $[\text{Eu}(\text{ジケトネート})_a\text{X}_{b1}\text{X}'_{b2}]$ 、ここで、X=ピリジンまたはモノデンテート・ピリジンの誘導体で、X'=2,2'バイピリジンまたは2,2'バイピリジルの誘導体で、 $2a+2b_1+2b_2=8$ である、からなる蛍光体を使用することが好ましい。ユーロピウム(III)の化合物と等位のこれらの複合体は、金属中心としてのEu<sup>3+</sup>と、中性キレート化合物の配位子としての2,2'バイピリジンまたは2,2'バイピリジル誘導体を含んでいる。ジケトネートとして、ペンタン2,4ジチオネート(acac)、2,2,6,6,テトラメチル3,5ヘプタンジチオネート(thd)、1(2セノイル)4,4,4トリフルオル1,3ブタンジチオネート(tlfa)、7,7ジメチル1,1,1,2,2,3,3ヘプタフルオル4,6オクタンジチオネート(fod)、4,4,

4トリフルオル1 (2ナフチル) 1,3ブタンジチオネート (tfnb)、1,3ジフェニル1,3プロパンジチオネート (dpm) を使用し、中性配位子として、Xピリジン、または、バイデンテート・リガンド2,2'バイピリジン (bpy)、1,10フェナンスロリン (phen)、4,7ジフェニル10フェナンスロリン (dpphen)、5メチル1,10フェナンスロリン (mphen)、4,7ジメチル1,10フェナンスロリン (dmphen)、3,4,7,8テトラメチル1,10フェナンスロリン (tmphen)、5ニトロ1,10フェナンスロリン (NOphen)、5クロロ1,10フェナンスロリン (Clphen)、またはジピリジン・フェナジン (dppz) を使用する。

表1は、本発明に係る発光装置のための青色発光、緑色発光および赤色発光蛍光体、および、これらの蛍光体の370nmでの吸収と最大波長をリストとして表示する。

表 1

## 青色発光蛍光体

組 成	$\lambda$ [最大]	370nmでの吸収 (%)	370nmでのQE
BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu	450	70	90
Sr <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Cl:Eu	450	70	90
ZnS:Ag	450	75	75

## 緑色発光蛍光体

組 成	$\lambda$ [最大]	370nmでの吸収 (%)	370nmでのQE
ZnS:Cu	550	40	85
BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu, Mn	515	70	90

## 緑色発光蛍光体



組 成	$\lambda$ [最大]	370nmでの吸収 (%)	370nmでのQE
$Y_2O_3A:Eu^{3+}$	628	30	90
$YVO_4:Eu^{3+}$	620	25	85
$Y(V, P, B)O_4:Eu^{3+}$	615	25	85
$YNbO_4:Eu^{3+}$	615	20	90
$YTaO_4:Eu^{3+}$	915	20	90
$[Eu(acac)_3 (phen)]$	611	97	70

本発明の混合のため、良好な色調指数および良好なエネルギー効率を得ることができる。発光装置は、色温度 $\geq 4000K$ で色調指数CRI $< 90$ を有し、そのため、人工的なライティングインテリアとして使用することもできる。

蛍光体層を作製するために、3種の蛍光体は、ダイオード表面上のバインダーを有するコーティングとして設けられている。バインダーとして、例えば、メチルアクリレートおよびポリスチレンのような薄膜形成用のアクリルの重合体を使用することができる。あるいは、それらは、マイクログラムの量でエポキシ樹脂ドームのエポキシ樹脂と混ぜ合わされ、エポキシ樹脂ドーム全体に均一に分散される。エポキシ樹脂の代わりに、他の透明な熱硬化性プラスチック樹脂を使用することもできる。この場合は、白色光のより発散した発光となる。発光装置の高い輝度のため、安全面の理由から、発光はより発散的であることが望まれる。

動作中、UVダイオードは、波長 $\lambda \leq 370nm$ のUV光を発生し、このUV光波蛍光体層中の蛍光体混合物上に入射する。混合物の蛍光体は、発光を吸収し、より長い波長の光の発光を行う、すなわち、蛍光体は、目に見えないUV発光を可視光に変換し、それを可視光に蛍光体によって変換する。異なる発光線を有する3種の蛍光体を混合することによって、望ましい化合物の光を得ることができる。

本発明に係る発光装置によって作り出される光は、白熱体に由来せず、その代わりに蛍光体層の蛍光体の励振によって発生するため、光の出力は非常に高い。本発明に係る発光装置は、高い色の忠実度を有する快活な光を作成する。可視光の範囲の蛍光体の発光線は、擬似連続スペクトラムが得られる程度に密に間隔を

開けていて、その結果良好な色調を得ることができる。

#### 例 1

UVダイオードと3種の蛍光体の混合物を含む蛍光体層とを備える発光装置を作製した。この目的のため、ダイオード基板として透明なサファイヤを有する、ドーピングされていないGaNダイオードを使用した。このダイオード基板は、1%のポリビニル・アルコール溶液中に表2に従った異なる混合比で混合させた3種の蛍光体の懸濁液でコーティングされ、200℃で加熱された。

表 2

T <sub>e</sub> [K]	x <sub>1</sub> [BaMgAl <sub>10</sub> O <sub>17</sub> :Eu]	x <sub>2</sub> [ZnS:Cu]	x <sub>3</sub> [YVO <sub>4</sub> ]	Ra8	蛍光体ダイオードの効率 [lm/W]
2700	.04	.36	.60	85	9.7
3000	.08	.37	.56	85	9.8
4000	.16	.41	.43	91	9.9
5000	.22	.41	.36	92	9.6
6300	.28	.43	.30	96	9.8

#### 例 2

UVダイオードと3種の蛍光体の混合物を含む蛍光体層とを備える発光装置を作製した。この目的のため、ダイオード基板として透明なサファイヤを有する、ドーピングされていないGaNダイオードを使用した。このダイオード基板は、1%のポリビニル・アルコール溶液中に表2に従った異なる混合比で混合させた3種の蛍光体の懸濁液でコーティングされ、200℃で加熱された。

表 3

T <sub>e</sub> [K]	x <sub>1</sub> [BAM]	x <sub>2</sub> [ZnS:Cu]	x <sub>3</sub> Eu(acac) <sub>3</sub> (phen)	Ra8	蛍光体ダイオードの効率 [lm/W]
2700	.06	.36	.54	82	12.0
3000	.1	.37	.49	83	11.9
4000	.18	.41	.37	89	11.8
5000	.25	.41	.31	91	11.4
6300	.30	.43	.25	95	11.3

例 3

UVダイオードと3種の蛍光体の混合物を含む蛍光体層とを備える発光装置を作製した。この目的のため、ダイオード基板として透明なサファイヤを有する、ドープされていないGaNダイオードを使用した。このダイオード基板は、1%のポリビニル・アルコール溶液中に表2に従った異なる混合比で混合させた3種の蛍光体の懸濁液でコーティングされ、200℃で加熱された。

表 4

T <sub>e</sub> [K]	x <sub>1</sub> [BAM]	x <sub>2</sub> [ZnS:Cu]	x <sub>3</sub> [Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> S]	Ra8	蛍光体ダイオードの効率 [lm/W]
2700	0.05	0.31	0.63	85	12.2
3000	0.09	0.32	0.59	85	12.2
4000	0.16	0.38	0.46	89	12.7
5000	0.23	0.38	0.39	90	12.5
6300	0.28	0.40	0.32	95	12.5

【図1】

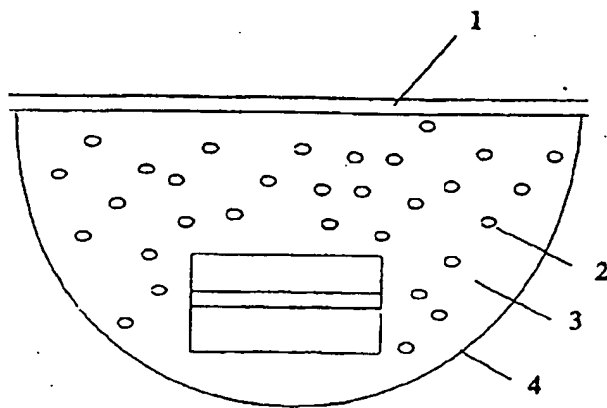


FIG. 1

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H01L33/00		International Application No. PCT/JP 98/00219
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01L G02F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data bases consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SATO Y ET AL: "FULL-COLOR FLUORESCENT DISPLAY DEVICES USING A NEAR-UV LIGHT-EMITTING DIODE" JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, vol. 35, no. 7A, 1 July 1996, page L838/L839 XP002057391 see the whole document --- -/--	1, 3, 4
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 May 1998		Date of mailing of the international search report 26/05/1998
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Palantian 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel.: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer De Laere, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Indo nial Application No  
PC1/IB 98/00219

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	NAKAMURA S: "Present performance of InGaN-based blue/green/yellow LEDs" LIGHT-EMITTING DIODES: RESEARCH, MANUFACTURING, AND APPLICATIONS, SAN JOSE, CA, USA, 13-14 FEB. 1997, vol. 3002, ISSN 0277-786X, PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, 1997, SPIE-INT. SOC. OPT. ENG, USA, pages 26-35, XP002064497 see page 31, paragraph 4	1,4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 542 (E-1441), 29 September 1993 & JP 05 152609 A (NICHIA CHEM IND LTD), 18 June 1993, see abstract	1,4
A	US 3 819 974 A (STEVENSON D ET AL) 25 June 1974 see column 3, line 24 - column 4, line 7	1,4
A	EP 0 446 846 A (EASTMAN KODAK CO) 18 September 1991 see page 3, line 17-19	1,2,7
P,X	WO 97 48138 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ; PHILIPS NORDEN AB (SE)) 18 December 1997 see page 10, line 29 - page 11, line 6	1-4,6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

international Application No

PCT/IB 98/00219

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3819974 A	25-06-74	NONE	
EP 0446846 A	18-09-91	US 5006503 A	09-04-91
		CA 2036191 A	14-09-91
		DE 69103448 D	22-09-94
		JP 1907514 C	24-02-95
		JP 4220395 A	11-08-92
		JP 6015269 B	02-03-94
WO 9748138 A	18-12-97	NONE	

---

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テ-マ-ド (参考)
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	C
(81) 指定国	EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), JP, US		
(72) 発明者	ロンダ セーズ オランダ国 5656 アーアー アイन्दー フェン プロフ ホルストラーン 6		